УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ З БАГАТОРАЗОВИМ ПОСТАЧАННЯМ РЕСУРСУ

МЕГЕЛЬ Ю.Є., Д.Т.Н., ПРОФЕСОР, ЧАЛИЙ І.В., К.Т.Н., ДОЦЕНТ, КОВАЛЕНКО С.М., К.Т.Н., ДОЦЕНТ, ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА, РИБАЛКА А.І., К.Т.Н., ДОЦЕНТ, ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

В умовах стрімкого і всебічного розвитку сучасного суспільства ефективне функціонування різноманітних організаційних, технічних, економіко-виробничих систем і об’єктів неможливе або навіть неприпустиме без термінового прийняття оптимальних рішень в умовах впливу на ці об’єкти і системи різноманітних факторів, які суттєво ускладнюють знаходження таких рішень.

Одним з напрямків застосування методів дослідження операцій для підвищення ефективності діяльності підприємств є оптимізація постачання, використання та зберігання запасів ресурсів для виробництва продукції. Необхідність розв’язання таких задач обумовлена низкою причин, наприклад: мінливістю ринкових умов постачання ресурсів, зміною попиту на вироблену продукцію, невідповідністю між темпами виробництва та забезпеченням ресурсами та ін.

В даній роботі розглянемо моделювання задач з багаторазовим постачанням ресурсу на наступному прикладі.

Підприємство потребує Q одиниць ресурсу одного виду (наприклад пального для сільськогосподарських технологічних агрегатів та автотранспорту на збирання врожаю). Ресурс постачається окремими партіями. Кількість ресурсу в кожній i-й партії S_i повністю витрачаються протягом проміжку часу t_i, (i=1,2,…,n), де i - порядковий номер чергової партії, яку купує підприємство у постачальника палива. Пальне може витрачатися підприємством нерівномірно в часі з швидкістю $q_i(\tau)$ в кожному проміжку часу t_i між двома моментами сусідніх i-ї і (i+1)-ї поставок ресурсу. Чергова партія S_i пального постачається миттєво в момент завершення використання попередньої S_{i-1} партії. Задана вартість $c_з$ зберігання одиниці палива за одиницю часу та вартість постачання $c_п$ одиниці палива. В загальному випадку значення $c_п$ може залежати від обсягів S_i постачання, а $c_з$ – від обсягів і часу зберігання палива $s_i(t)$. Але для того щоб не ускладнювати модель задачі спочатку будемо вважати незмінними $c_з$, $c_п$ на протязі всіх постачань. Необхідно визначити в які моменти часу та скільки палива S_i в кожній партії потрібно доставляти на підприємство щоб забезпечити постачання необхідної кількості палива з мінімальною загальною вартістю витрат на постачання усіх партій та зберігання запасів палива на підприємстві за весь період T.

Невідомими являються обсяги замовлень S_i в кожній i-й партії ($i = 0, 1, \ldots, n$), для яких потрібно знайти оптимальні значення S_i^o. Запишемо обмеження задачі. Сума всіх постачань S_i повинна дорівнювати потребам Q підприємства у пальному за весь період постачань

$$\sum_{i=1}^{n} S_i = Q. \qquad (1)$$

Чергова партія палива обсягом S_i повністю витрачається за проміжок часу $\tau_i = t_i - t_{i+1}$ між двома черговими моментами постачаннями i-ї та $(i+1)$-ї партій палива

$$\int_{\tau=t_i}^{t_{i+1}} q_i(\tau)d\tau = S_i, \quad i = \overline{1,n}. \qquad (2)$$

Кожен проміжок часу $\tau_i = t_{i+1} - t_i$, протягом якого повністю витрачається чергова партія палива S_i, знаходимо як функцію від невідомої S_i ($i = 1,2, \ldots, n$). Враховуючи останню систему рівнянь, обмеження задачі можна переписати у вигляді:

$$\sum_{i=1}^{n} \int_{\tau=t_i}^{t_{i+1}} q_i(\tau)d\tau = Q. \qquad (3)$$

Знайшовши кожне значення $t_i = \varphi_i(S_i)$, $i = 1,2, \ldots, n$, запишемо загальний час T витрачання всіх постачань ресурсу:

$$\sum_{i=1}^{n} t_i = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i(S_i, q_i) = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i\left[\int_{\tau=t_i}^{t_{i+1}} q_i(\tau)d\tau\right] = T. \qquad (4)$$

Функція мети, тобто загальна вартість витрат Z на постачання і зберігання запасів ресурсу за весь період T, має дві складових. В першій обчислюємо загальну вартість всіх постачань, а в другій – загальну вартість зберігання залишків ресурсу $s_i(t)$, які можна обчислити на кожному проміжку між i-м та $(i+1)$-м постачанням по формулі:

$$s_i(t) = S_i - \int_{\tau=t_i}^{t_{i+1}} q_i(\tau)d\tau,\ i = \overline{1,n}\quad .\qquad (5)$$

Використовуючи останнє співвідношення, запишемо функцію мети:

$$Z = c_n \sum_{i=1}^{n} S_i + c_з \int_{t=t_i}^{t_{i+1}} [S_i - s_i(t)]dt =$$

$$= c_n \sum_{i=1}^{n} S_i + c_з \int_{t=t_i}^{t_{i+1}} [S_i - \int_{\tau=0}^{t} q_i(\tau)d\tau]dt \to \min\quad .\qquad (6)$$

Наведене дослідження показує, що обмеження і функція мети даної задачі з незмінними значеннями $c_п$ і $c_з$ повністю визначаються швидкістю витрат $q_i(t)$ ресурсу за одиницю часу та загальними потребами ресурсу Q.

Література.

1. Operations Research / Y.E. Megel, A.P. Rudenko, S.M. Kovalenko, I.V. Danilko, O.D. Mikhnova. – Kharkiv : «Міськдрук», 2015. – 386 с.

2. Математичні моделі функціонування економіко-виробничих і технічних систем та методи їх дослідження: [навчальний посібник] / Ю.Є. Мегель, А.П. Руденко, С.М. Коваленко, І.В. Данілко. – Харків : «Міськдрук», 2013. – 389 с.

3. Мегель Ю.Є. Оптимізація дискретних постачань ресурсу в разі нерівномірного безперервного його використання / Ю.Є. Мегель, А.П. Руденко, І.В. Чалий, С.М. Коваленко // Системи обробки інформації. – 2013. – № 5 – С. 154-161.

4. Megel Y.E. Inventory control with a single delivery of a resource // Y.E. Megel, O.D. Mikhnova, S.V. Kovalenko // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Ринкова трансформація економіки: стан, проблеми, перспективи». – Х. : ХНТУСГ. – 2016.– С. 305-309.

5. Operations Research, Calculus of Variations and Optimal Control. Part II / M. Tarulli, G. Venkov, Y. Megel, S. Kovalenko, A. Rudenko. – Sofia: TU–Sofia, 2016. – 190 p.